

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-225260

(43)Date of publication of application : 21.08.2001

(51)Int.Cl.

B24B 37/00
B24B 57/02
H01L 21/304

(21)Application number : 2000-038008

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 16.02.2000

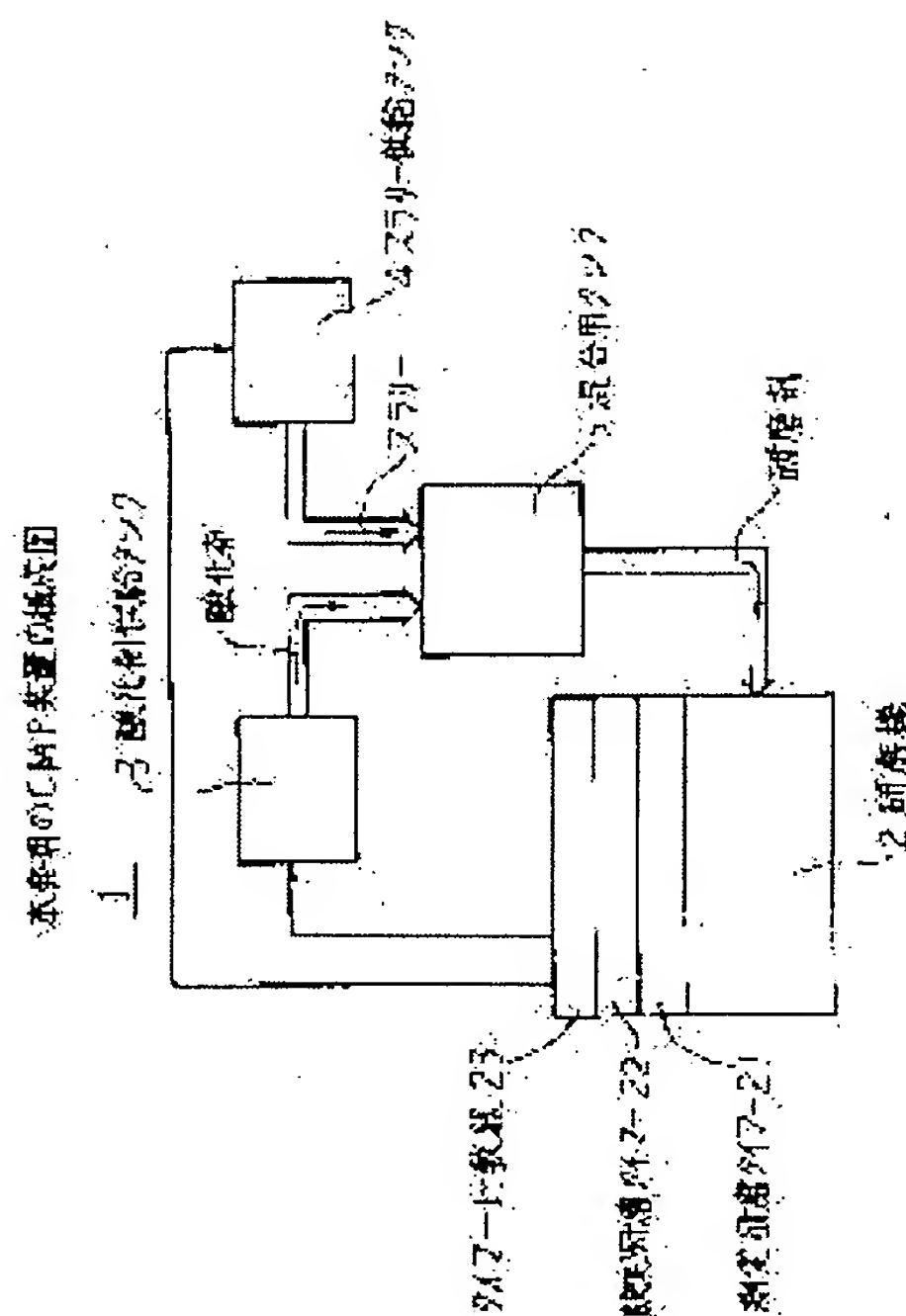
(72)Inventor : HORIUCHI HIROSHI
YAMAMOTO TAMOTSU
TAKIGAWA YUKIO
FUKUDA HIROYUKI
SUZUKI SHIGERU
SANTO NOBUAKI
MIYAJIMA MOTOMORI

(54) CHEMICAL MECHANICAL POLISHING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To solve difficulty in accurate measurement of the concentration of the polishing liquid, quick changeability thereof to a prescribed concentration, and uneven dishing amount of the workpiece in a chemical mechanical polishing device for polishing a workpiece in which the concentration of an oxidant and slurry contained in a polishing liquid should be kept constant.

SOLUTION: This chemical mechanical polishing device is used to polish a surface of a semiconductor wafer with the polishing agent containing the oxidant for chemical polishing and the slurry for mechanical polishing. This device is provided with a polishing measurement timer for measuring time for polishing the surface of the wafer, a specified polishing set timer, a comparator for comparing the measurement timer with the set timer, an oxidant replenishing device for resupplying the oxidant to the agent when the count of the measurement timer is smaller than that of the set timer, and a slurry replenishing device for resupplying the slurry to the agent when the count of the measurement timer is greater than that of the set timer.



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2001-225260
(P2001-225260A)

(43)公開日 平成13年8月21日(2001.8.21)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト*(参考)
B 2 4 B 37/00		B 2 4 B 37/00	K 3 C 0 4 7
57/02		57/02	3 C 0 5 8
H 0 1 L 21/304	6 2 2	H 0 1 L 21/304	6 2 2 E

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願2000-38008(P2000-38008)

(22)出願日 平成12年2月16日(2000.2.16)

(71)出願人 000003273
富士通株式会社
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号
(72)発明者 堀内 博志
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内
(72)発明者 山本 保
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内
(74)代理人 100109852
弁理士 岩田 茂

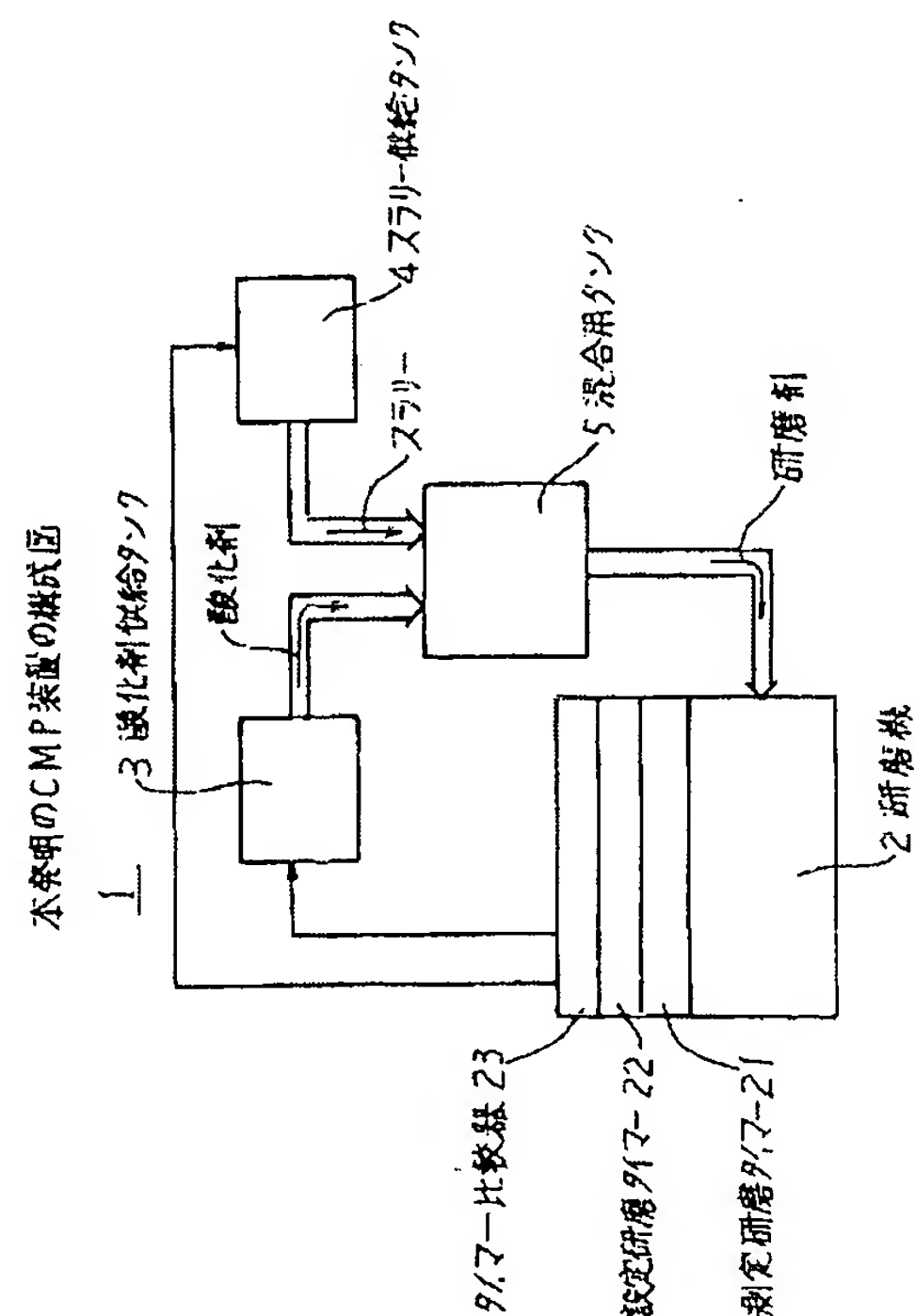
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 化学機械研磨装置

(57)【要約】

【課題】 化学機械研磨装置は研磨液を使用して被研磨物を研磨している。この研磨液に含まれる酸化剤とスラリーの濃度を一定値に保つ必要がある。しかし、研磨液の正確な濃度測定が難しい。また所定値の濃度に敏速に変更できない。つまり正確な濃度管理が難しい。従って、被研磨物のディッシング(dishing)量が不均一となる。

【解決手段】 本発明は、化学研磨用の酸化剤と機械研磨用のスラリーとを有した研磨剤にて半導体ウェハの表面を研磨する化学機械研磨装置において、半導体ウェハの表面を研磨する研磨時間を測定する測定研磨タイマーと、規定の設定研磨タイマーとを設け、前記測定研磨タイマーと前記設定研磨タイマーとを比較する比較器と、前記測定研磨タイマーが前記設定研磨タイマーより短かった時は前記研磨剤中に前記酸化剤を補給する酸化剤補給器と、前記測定研磨タイマーが前記設定研磨タイマーより長かった時は前記研磨剤中に前記スラリーを補給するスラリー補給器とを設けた。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 化学研磨用の酸化剤と機械研磨用のスラリーとを有した研磨剤にて半導体ウェハの表面を研磨する化学機械研磨装置において、半導体ウェハの表面を研磨する研磨時間を測定する測定研磨タイマーと、規定の設定研磨タイマーとを設け、前記測定研磨タイマーと前記設定研磨タイマーとを比較する比較器と、前記測定研磨タイマーが前記設定研磨タイマーより短かった時は前記研磨剤中に前記酸化剤を補給する酸化剤補給器と、前記測定研磨タイマーが前記設定研磨タイマーより長かった時は前記研磨剤中に前記スラリーを補給するスラリー補給器とを設けたことを特徴とする化学機械研磨装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は半導体表面を平坦に研磨する装置に係り、特に化学機械研磨法を使用した石英マスク基板表面、半導体ウェハ表面等の化学機械研磨装置に関する。

【0002】

【従来の技術】図3は被研磨物の断面の一部詳細図である。具体的には被研磨物は半導体ウェハ6であって、この半導体ウェハ6は直径約8インチの円板状である。しかし図3は説明を理解し易いように半導体ウェハ6の一部断面図を示している。

【0003】この半導体ウェハ6は表面に厚さ10000オングストロームの銅からなる研磨層61と絶縁層の2層から構成されている。そして絶縁層の中にビアホールを介して配線層が互いに導電接続されている。

【0004】半導体表面の研磨層61の研磨方法は一般的に化学機械研磨(chemical mechanical polishing 以降CMPと略す)方法によって表面を平坦に研磨される。

【0005】このCMP方法を使用したCMP装置は、装置内蔵の研磨プレートと半導体ウェハとを回転させながら、半導体ウェハの研磨面に研磨剤を供給して、研磨プレートと半導体とを押圧する。そして半導体表面の銅を下層の絶縁層が露出するまで平坦に研磨する。詳細には、研磨剤に含まれる砥粒が半導体銅表面の不導体膜を除去し、換言すると機械研磨を行って、そして不導体膜を除去された銅を研磨剤に含まれた酸化剤にて酸化銅に変化させ、次いでこの酸化銅を研磨剤中のエッチング剤で溶解除去する。つまり化学研磨する。

【0006】このようなCMP装置を用いて多数個の半導体ウェハを連続して研磨作業を行なう場合は、研磨剤に含まれる酸化剤の濃度を一定値に保つことが半導体の配線層上の研磨量のバラツキを少なくし、研磨精度を高

める。従ってCMP方法を使用したCMP装置は研磨剤に含まれる砥粒と酸化剤との混合比を一定値に保つことで酸化剤の濃度を一定値に保って研磨精度を高めている。結果として配線層上の研磨層を残すことなく、そして配線層を必要以上に研磨し過ぎたりするディッシング(dishing)を少なくする。

【0007】この酸化剤とスラリーの混合比を一定値に保つ技術としては、CMP装置に研磨液の濃度を検出する測定器を設けた特開平06-170728号公報がある。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記公報の技術では、研磨液の正確な濃度測定が難しい。また目的値の濃度に敏速に変更できない。つまり正確な濃度管理が難しい。従って、ディッシングが発生する。

【0009】本発明は、CMP装置の正確な濃度管理を容易にし、ディッシングの発生を防止することで加工精度を向上させることのできるCMP装置を提供することを目的としている。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は、化学研磨用の酸化剤と機械研磨用のスラリーとを有した研磨剤にて半導体ウェハの表面を研磨する化学機械研磨装置において、半導体ウェハの表面を研磨する研磨時間を測定する測定研磨タイマーと、規定の設定研磨タイマーとを設け、前記測定研磨タイマーと前記設定研磨タイマーとを比較する比較器と、前記測定研磨タイマーが前記設定研磨タイマーより短かった時は前記研磨剤中に前記酸化剤を補給する酸化剤補給器と、前記測定研磨タイマーが前記設定研磨タイマーより長かった時は前記研磨剤中に前記スラリーを補給するスラリー補給器とを設けている。結果として、CMP装置の酸化剤の正確な濃度管理を容易にして、ディッシングの発生を防止させることで加工精度を向上できる。

【0011】

【発明の実施の形態】[第1の実施例]以下、本発明の好適な実施の形態を添付図面を参照しつつ説明する。

【0012】図1はCMP装置の構成図を示す。1はCMP装置、2は研磨機、21は測定研磨タイマー、22は設定研磨タイマー、23はタイマー比較器、3は酸化剤供給タンク、4はスラリー供給タンク、5は混合用タンク、6は被研磨物である。

【0013】CMP装置1は研磨機2、酸化剤供給タンク3、とスラリー供給タンク4、混合用タンク5とから大概構成されている。

【0014】このうち研磨機2は図示しない研磨基台が回転自在に設けられ、この研磨基台上に被研磨物6である例えば半導体ウェハ6が回転自在に押圧載置されている。この半導体ウェハ6の研磨面は混合用タンク5に接続されたパイプにて研磨剤が適時供給されている。更に

研磨機2は半導体ウェハ6表面上の導体層が研磨され初めから終わり(終点検出;EPD)迄の時間を測定する測定研磨タイマー21と、あらかじめ研磨するのに必要とする所定値の設定研磨タイマー22とを内蔵している。更に測定研磨タイマーと設定研磨タイマーとを比較し大小判断した後に、酸化剤供給タンク3または、スラリー供給タンク4から混合用タンク5に供給を指示するタイマー比較器23を内蔵している。

【0015】次に酸化剤供給タンク3はタイマー比較器23の指示によって酸化剤を混合用タンク5に供給可能となる。

【0016】更にスラリー供給タンク4はタイマー比較器23の指示によってスラリーを混合用タンク5に供給可能となる。スラリーは具体的にはエッチング剤とインヒビターと砥粒とから構成される。

【0017】続いて混合用タンク5は容量30リットルの容積を有し、酸化剤供給タンク3と接続され酸化剤が供給され、更にスラリー供給タンク4と接続されスラリーが供給されて両者を攪拌した研磨剤を研磨機2に所定量供給する。

<加工条件>研磨機2の研磨基台上に半導体ウェハ6が100rpm/minで回転自在に、そして約250g/平方cmで押圧載置されている。この半導体ウェハ6の研磨面に混合用タンク5に接続されたパイプから研磨剤を供給している。

<研磨剤と設定研磨タイマー>

・酸化剤には濃度31wt%の過酸化水素を使用した。

【0018】・スラリーには、エッチング剤としての酢酸と、インヒビターとしてのベンゾトリアゾールと、砥粒としてのコロイダルシリカとから構成されている。

【0019】・設定研磨タイマーは450秒から550秒の範囲に設定した。そして80個の半導体ウェハ6を化学機械研磨した。

【0020】酸化剤濃度と研磨速度の関係は、酸化剤濃度0.3wt.%の時に研磨速度が最速となり、酸化剤濃度が薄い状態から濃い状態になるにつれて、研磨速度は遅くなる。但し、濃度0.3wt.%未満では研磨は行なわれない。

【0021】そこで各半導体ウェハ6毎に研磨するのに要した時間を測定研磨タイマーで測定した。そして測定研磨タイマー21と設定研磨タイマー22とをタイマー比較器23が比較し大小判断する。比較結果に基づいて測定研磨タイマーが450秒以下であった場合は酸化剤の過酸化水素を酸化剤供給タンク3から、研磨剤中の酸化剤濃度を濃くするために混合用タンク5に加えるようにした。従って、次に研磨する半導体ウェハ6に対しての研磨速度が遅くなる。また測定研磨タイマーが550秒以上であった場合はスラリー供給タンク4から、研磨剤中の酸化剤濃度を薄めるためにスラリーを混合用タンク5に加えるようにした。従って、次に研磨する半導体ウ

エハ6に対しての研磨速度が早くなる。かくして連続的に半導体ウェハ6の研磨を行なうに当たり1個毎の研磨状況を研磨剤濃度にフィードバックさせているので常に最適の研磨条件が自動的に設定されることになる。

【0022】ディシング量は少ない程好ましいが半導体の凹状の穴深さと直径から判断して半導体ウェハの不良は最大1000オングストローム以上とした。

【0023】この結果、80個の半導体ウェハ6の研磨時間の範囲は445から518秒となった。そしてディシング量の範囲が1000オングストロームより大きな不良半導体ウェハは無かった。

【第2の実施例】第2の実施例は第1の実施例と下記の点が異なる。

<研磨剤と設定研磨タイマー>

・酸化剤には濃度31wt%の過酸化水素を使用した。

【0024】・スラリーとしては、エッチング剤の酢酸と、インヒビターのトリルトリアゾール(以下、TTA)と、砥粒のフェームドシリカとから構成されている。

【0025】・設定研磨タイマー：600秒から700秒の範囲に設定した。しかし上記の点以外は第1の実施例と全て同じである。

【0026】そしてタイマー比較器23の比較結果に基づいて、測定研磨時間が600秒以下であった場合は酸化剤の過酸化水素を酸化剤供給タンク3から、研磨剤中の酸化剤濃度を増すように混合用タンク5に加えるようにした。従って、次に研磨する半導体ウェハ6に対しての研磨速度が遅くなる。また測定研磨時間が700秒以上であった場合はスラリー供給タンク4から、研磨剤中の酸化剤濃度を薄めるようにスラリーを混合用タンク5に加えるようにした。従って、次に研磨する半導体ウェハ6に対しての研磨速度が早くなる。

【0027】この結果、80個の半導体ウェハ6の研磨時間の範囲は592から663秒となった。そしてディシング量の範囲が1000オングストロームより大きな不良半導体ウェハは無かった。

【第3の実施例】第3の実施例は第1の実施例と下記の点が異なる。

【0028】・酸化剤には濃度31wt%の過酸化水素を使用した。

【0029】・スラリーとしては、エッチング剤の酢酸と、インヒビターのナフトトリアゾールと、砥粒のアルミナとから構成されている。

【0030】・設定研磨タイマー：450秒から550秒の範囲に設定した。しかし上記の点以外は第1の実施例と全て同じである。

【0031】そしてタイマー比較器23の比較結果に基づいて、測定研磨時間が450秒以下であった場合は酸化剤の過酸化水素を酸化剤供給タンク3から、研磨剤中の酸化剤濃度を増すように混合用タンク5に加えるよう

にした。従って、次に研磨する半導体ウェハ6に対しての研磨速度が遅くなる。また測定研磨時間が550秒以上であった場合はスラリー供給タンク4から、研磨剤中の酸化剤濃度を薄めるようにスラリーを混合用タンク5に加えるようにした。従って、次に研磨する半導体ウェハ6に対しての研磨速度が早くなる。

【0032】この結果、80個の半導体ウェハ6の研磨時間の範囲は442から530秒となった。そしてディッシング量の範囲が1000オングストロームより大きな不良半導体ウェハは無かった。

【第4の実施例】第4の実施例は第1の実施例と下記の点が異なる。

【0033】・酸化剤には濃度31w%の過酸化水素を使用した。

【0034】・スラリーとしては、エッチング剤の酢酸と、インヒビターのベンゾトリアゾールカルボン酸と、砥粒のコロイダルシリカとから構成されている。

【0035】・設定研磨タイマー；650秒から750秒の範囲に設定した。しかし上記の点以外は第1の実施例と全て同じである。

【0036】そしてタイマー比較器23の比較結果に基づいて、測定研磨時間が650秒以下であった場合は酸化剤の過酸化水素を酸化剤供給タンク3から、研磨剤中の酸化剤濃度を増すように混合用タンク5に加えるようにした。従って、次に研磨する半導体ウェハ6に対しての研磨速度が遅くなる。また測定研磨時間が750秒以上になった場合はスラリー供給タンク4から、研磨剤中の酸化剤濃度を薄めるようにスラリーを混合用タンク5に加えるようにした。従って、次に研磨する半導体ウェハ6に対しての研磨速度が早くなる。

【0037】この結果、80個の半導体ウェハ6の研磨時間の範囲は643から705秒となり、ディッシング量の範囲が1000オングストロームより大きな不良半導体ウェハは無かった。

【第5の実施例】第5の実施例は第1の実施例と下記の点が異なる。

【0038】・酸化剤には濃度31w%の過酸化水素を使用した。

【0039】・スラリーとしては、エッチング剤のプロピオン酸と、インヒビターのベンゾイミダゾールと、砥粒のコロイダルシリカとから構成されている。

【0040】・設定研磨タイマー；400秒から500秒の範囲に設定した。しかし上記の点以外は第1の実施例と全て同じである。

【0041】そしてタイマー比較器23の比較結果に基づいて、測定研磨時間が400秒以下であった場合は酸化剤の過酸化水素を酸化剤供給タンク3から、研磨剤中の酸化剤濃度を増すように混合用タンク5に加えるようにした。従って、次に研磨する半導体ウェハ6に対しての研磨速度が遅くなる。また測定研磨時間が500秒以

上であった場合はスラリー供給タンク4から、研磨剤中の酸化剤濃度を薄めるようにスラリーを混合用タンク5に加えるようにした。従って、次に研磨する半導体ウェハ6に対しての研磨速度が早くなる。

【0042】この結果、80個の半導体ウェハ6の研磨時間の範囲は388から472秒となり、ディッシング量の範囲が1000オングストロームより大きな不良半導体ウェハは無かった。

【第6の実施例】第6の実施例は第1の実施例と下記の点が異なる。

【0043】・酸化剤には濃度31w%の過酸化水素を使用した。

【0044】・スラリーとしては、エッチング剤のプロピオン酸と、インヒビターの2-ベンゾイミダゾールチオールと、砥粒のコロイダルシリカとから構成されている。

【0045】・設定研磨タイマー；450秒から550秒の範囲に設定した。しかし上記の点以外は第1の実施例と全て同じである。

【0046】そしてタイマー比較器23の比較結果に基づいて、測定研磨時間が450秒以下であった場合は酸化剤の過酸化水素を酸化剤供給タンク3から、研磨剤中の酸化剤濃度を増すように混合用タンク5に加えるようにした。従って、次に研磨する半導体ウェハ6に対しての研磨速度が遅くなる。また測定研磨時間が550秒以上であった場合はスラリー供給タンク4から、研磨剤中の酸化剤濃度を薄めるようにスラリーを混合用タンク5に加えるようにした。従って、次に研磨する半導体ウェハ6に対しての研磨速度が早くなる。

【0047】この結果、80個の半導体ウェハ6の研磨時間の範囲は439から524秒となり、ディッシング量の範囲が1000オングストロームより大きな不良半導体ウェハは無かった。

【第7の実施例】第7の実施例は第1の実施例と下記の点が異なる。

【0048】・酸化剤には濃度31w%の過酸化水素を使用した。

【0049】・スラリーとしては、エッチング剤のプロピオン酸と、インヒビターの2-メルカプトベンゾチアゾールと、砥粒のフェームドシリカとから構成されている。

【0050】・設定研磨タイマー；470秒から570秒の範囲に設定した。しかし上記の点以外は第1の実施例と全て同じである。

【0051】そしてタイマー比較器23の比較結果に基づいて、測定研磨時間が470秒以下であった場合は酸化剤の過酸化水素を酸化剤供給タンク3から、研磨剤中の酸化剤濃度を増すように混合用タンク5に加えるようにした。従って、次に研磨する半導体ウェハ6に対しての研磨速度が遅くなる。また測定研磨時間が570秒以

上であった場合はスラリー供給タンク4から、研磨剤中の酸化剤濃度を薄めるようにスラリーを混合用タンク5に加えるようにした。従って、次に研磨する半導体ウェハ6に対しての研磨速度が早くなる。

【0052】この結果、80個の半導体ウェハ6の研磨時間の範囲は460から550秒となり、ディッシング量の範囲が1000オングストロームより大きな不良半導体ウェハは無かった。

【第8の実施例】第8の実施例は第1の実施例と下記の点が異なる。

【0053】・酸化剤には濃度31w%の過酸化水素を使用した。

【0054】・スラリーとしては、エッチング剤の酢酸と、インヒビターの2,5-ジメルカプトチアジアゾールと、砥粒のアルミナとから構成されている。

【0055】・設定研磨タイマー；650秒から750秒の範囲に設定した。しかし上記の点以外は第1の実施例と全て同じである。

【0056】そしてタイマー比較器23の比較結果に基づいて、測定研磨時間が650秒以下であった場合は酸化剤の過酸化水素を酸化剤供給タンク3から、研磨剤中の酸化剤濃度を増すように混合用タンク5に加えるようにした。従って、次に研磨する半導体ウェハ6に対しての研磨速度が遅くなる。また測定研磨時間が750秒以上であった場合はスラリー供給タンク4から、研磨剤中の酸化剤濃度を薄めるようにスラリーを混合用タンク5に加えるようにした。従って、次に研磨する半導体ウェハ6に対しての研磨速度が早くなる。

【0057】この結果、80個の半導体ウェハ6の研磨時間の範囲は641から731秒となり、ディッシング量の範囲が1000オングストロームより大きな不良半導体ウェハは無かった。

【第9の実施例】第9の実施例は第1の実施例と下記の点が異なる。

【0058】・酸化剤には濃度31w%の過酸化水素を使用した。

【0059】・スラリーとしては、エッチング剤のプロピオン酸と、インヒビターの2-ベンズオキサゾールチオールと、砥粒のコロイダルシリカとから構成されている。

【0060】・設定研磨タイマー；600秒から700秒の範囲に設定した。しかし上記の点以外は第1の実施例と全て同じである。

【0061】そしてタイマー比較器23の比較結果に基づいて、測定研磨時間が600秒以下であった場合は酸化剤の過酸化水素を酸化剤供給タンク3から、研磨剤中の酸化剤濃度を増すように混合用タンク5に加えるようにした。従って、次に研磨する半導体ウェハ6に対しての研磨速度が遅くなる。また測定研磨時間が700秒以上であった場合はスラリー供給タンク4から、研磨剤中

の酸化剤濃度を薄めるようにスラリーを混合用タンク5に加えるようにした。従って、次に研磨する半導体ウェハ6に対しての研磨速度が早くなる。

【0062】この結果、80個の半導体ウェハ6の研磨時間の範囲は592から678秒となり、ディッシング量の範囲が1000オングストロームより大きな不良半導体ウェハは無かった。

【0063】【比較例】比較例は第1の実施例と下記の点が異なる。比較例は上記実施例の様に半導体ウェハ6を研磨するのに要した時間から酸化剤の濃度を調整するのではなく、混合用タンク5の過酸化水素の濃度を過マンガン酸カリウム滴定法により測定し、濃度値が4.3wt%を以上の場合はスラリーを混合用タンク5に加えるようにした。また、濃度値が4.0wt%迄の場合は過酸化水素を混合用タンク5に加えるようにした。次に、酸化剤には過酸化水素を用いた。

【0064】・スラリーとしては、エッチング剤の酢酸と、インヒビターのベンゾトリアゾールと、砥粒のコロイダルシリカとから構成されている。

【0065】この結果、80個の半導体ウェハ6の研磨時間の範囲は328から506秒となり、ディッシング量の範囲が1000オングストローム以上となった不良半導体ウェハは15個であった。

【0066】図2は各実施例の研磨時間と不良個数を示している。

【0067】ディッシング量は少ない程好ましいが半導体の凹状の穴深さと直径から判断して半導体の製造不良を最大1000オングストロームとした。

【0068】結果として、第1実施例から第9実施例では目標値とするディッシング量が1000オングストローム以下になり不良個数は0であった。しかし、比較例では15が不良となった。結果として、ディッシング量の信頼性を向上させることで加工精度を向上させることができた。

【0069】

【発明の効果】本発明のCMP装置を使用すると、酸化剤の正確な濃度管理を容易にすることができる。結果として、ディッシングの発生を防止することで加工精度を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明のCMP装置の構成図、

【図2】 各実施例の研磨時間と不良個数、

【図3】 被研磨物の断面の一部詳細図である。

【符号の説明】

1 CMP装置

2 研磨機

21 測定研磨タイマー

22 設定研磨タイマー

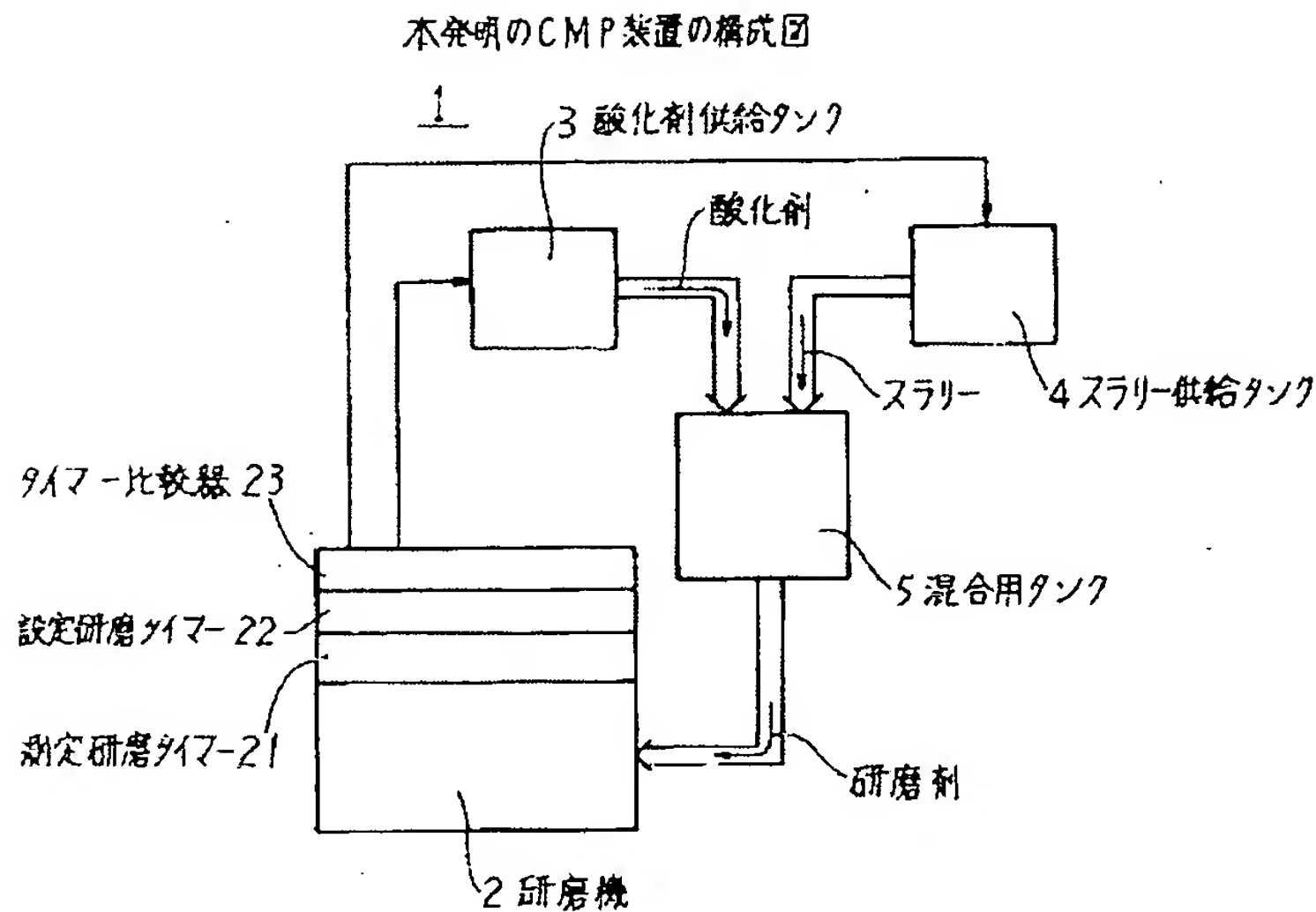
23 タイマー比較器

3 酸化剤供給タンク

4 スラリー供給タンク

5 混合用タンク

【図1】

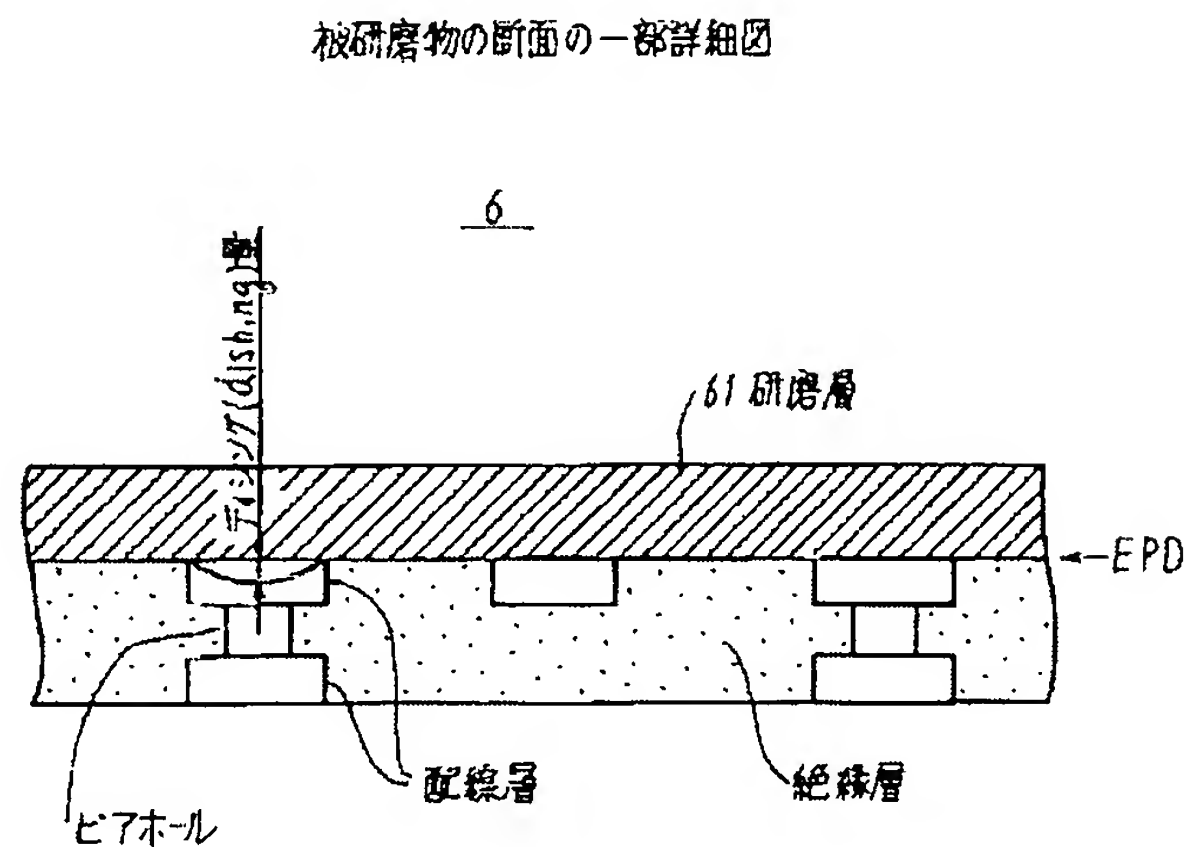


【図2】

各実施例と研磨時間および不良個数

	研磨時間 (Sec.)	半導体ウエハの不良個数
第1の実施例	445~518	0
第2の実施例	592~663	0
第3の実施例	442~530	0
第4の実施例	643~705	0
第5の実施例	388~472	0
第6の実施例	439~524	0
第7の実施例	460~550	0
第8の実施例	641~731	0
第9の実施例	592~678	0
比較例	328~506	15

【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 瀧川 幸雄
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(72)発明者 福田 裕幸
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(72)発明者 鈴木 繁
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(72)発明者 山東 伸明
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(72)発明者 宮嶋 基守
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

Fターム(参考) 3C047 FF08 GG15
3C058 AA07 AC04 BC02 CB01 DA12
DA17